

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

009738820

WPI Acc No: 1994-018671/ 199403

XRAM Acc No: C94-008685

XRPX Acc No: N94-014163

**Organic electroluminescent element for flat panel display - consists of pair of electrodes and emission layer contg. at least one pyrrolo (3,4-c) pyrrole cpds.**

Patent Assignee: SUMITOMO CHEM CO LTD (SUMO )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 5320633	A	19931203	JP 92132213	A	19920525	199403 B

Priority Applications (No Type Date): JP 92132213 A 19920525

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 5320633	A	7	C09K-011/06	

Abstract (Basic): JP 5320633 A

An organic electroluminescent element consists of a pair of electrodes, at least one of which is transparent or translucent, and an emission layer (A) contg. emission material (A1). (A) contains 0.005-15 pts. wt. of at least one cpd. (A2) selected from pyrrole (3,4-c) pyrrole cpds. of formula (1) to 100 pts. wt. of (A1), pref. a cpd. which has a max. peak wavelength of the fluorescent spectrum same as or shorter than the max. peak wavelength of the fluorescent spectrum of (A2). In (1), R1 and R2 are H, 1-12C alkyl or 6-14C aryl gp.; Ar1 and Ar2 are 6-14C aryl or 4-12C heterocyclic cpd. gp.; and X is O, S or Se.

As the purity of (A2) affects the emission characteristics, (A2) must be purified by sublimation of reprecipitation method after synthesis. (A) may contain polymer selected from poly(N-vinylcarbazole), polyaniline, polythiophene and various vinyl polymers in addn. (A1) and (A2). (A1) is e.g. tris(8-quinoliol)aluminum.

USE/ADVANTAGE - The organic electroluminescent element is suitable as flat illuminants as backlights and flat panel displays. It has high brightness with improved emission efficiency.

Dwg.0/0

Title Terms: ORGANIC; ELECTROLUMINESCENT; ELEMENT; FLAT; PANEL; DISPLAY; CONSIST; PAIR; ELECTRODE; EMIT; LAYER; CONTAIN; ONE; PYRROLO; PYRROLE; COMPOUND

Derwent Class: A85; E13; L03; U11; U14; W05; X26

International Patent Class (Main): C09K-011/06

International Patent Class (Additional): H05B-033/14

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): A12-E11; E06-D07; L03-C04; L03-C04A

Manual Codes (EPI/S-X): U11-A15; U14-J02; W05-E05B; X26-J

Plasdoc Codes (KS): 0016 0018 0034 0069 0138 0141 0144 0171 0203 0224 0899  
1311 1934 1962 2319 2592 2596 2676 2682 2835 2850 3278

Polymer Fragment Codes (PF):

\*001\* 017 05- 06- 08& 09& 09- 10& 100 15- 151 153 175 20- 225 273 342 44&  
516 521 524 528 546 57& 609 610 623 627 650 683 688 720 725

Chemical Fragment Codes (M3):

\*01\* B634 D013 D014 D019 D790 F010 F019 F021 F029 G010 G013 G019 G020  
G021 G029 G040 G100 G111 G112 G113 G221 G299 H211 H212 H602 H608  
H641 H642 J5 J521 J522 J592 J599 L143 L199 L9 L941 L943 L999 M113  
M115 M116 M119 M210 M211 M212 M213 M214 M215 M216 M220 M221 M222  
M223 M224 M225 M226 M231 M232 M233 M240 M273 M280 M281 M282 M320  
M411 M412 M511 M520 M521 M522 M530 M531 M532 M533 M540 M781 M903  
M904 Q454 Q613 R043 9403-B8201-U 00975

Polymer Indexing (PS):

<01>

\*001\* 017; G0624 G0022 D01 D07 D12 D10 D25 D22 D33 D41 D51 D53 D58 F08  
F07; H0000

\*002\* 017; P1127 P1105 H0293; P1503

\*003\* 017; Q9999 Q6791; Q9999 Q7512; Q9999 Q7283; Q9999 Q8311 Q8264

\*004\* 017; D01 D24 D22 D35 D41 D50 D61-R D95 A1 3A; A999 A748; A999 A771;  
B9999 B4308 B4240; B9999 B4284 B4240; B9999 B4535

\*005\* 017; D01 D25 D22 D34 D35 D45 D54 D51 D59 D93 D94 D95 F71; A999 A748  
; A999 A771; B9999 B4308 B4240; B9999 B4284 B4240; B9999 B4535

Ring Index Numbers: 00975

Generic Compound Numbers: 9403-B8201-U

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-320633

(43) 公開日 平成5年(1993)12月3日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

C 0 9 K 11/06

H 0 5 B 33/14

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 9159-4H

審査請求 未請求 請求項の数2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-132213

(22) 出願日 平成4年(1992)5月25日

(71) 出願人 000002093

住友化学工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 大西 敏博

茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式  
会社内

(72) 発明者 土居 秀二

茨城県つくば市北原6 住友化学工業株式  
会社内

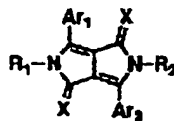
(74) 代理人 弁理士 諸石 光▲ひろ▼ (外1名)

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【構成】 少なくとも一方が透明または半透明である一対の電極間に発光材料を含む発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、該発光層が該発光材料100重量部に対して下記化1

【化1】



〔式中R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>はそれぞれ独立に、水素、炭素数1～12のアルキル基または炭素数6～14のアリール基から選ばれた基、Ar<sub>1</sub>、Ar<sub>2</sub>はそれぞれ独立に、炭素数6～14のアリール基または炭素数4～12の複素環化合物基から選ばれた基、XはO、SまたはSeを示す。〕で表される化合物から選ばれた少なくとも一種のピロロ〔3,4-c〕ピロール化合物を0.005～15重量部含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

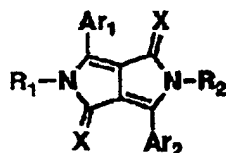
【効果】 発光効率が向上した高輝度の有機ELを提供することができ、この有機ELはバックライトとしての面状光源、フラットパネルディスプレイ等の表示装置に好適に用いることができる。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一方が透明または半透明である一対の電極間に発光材料を含む発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、該発光層が該発光材料100重量部に対して下記化1

【化1】



〔式中R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>はそれぞれ独立に、水素、炭素数1～12のアルキル基または炭素数6～14のアリール基から選ばれた基、Ar<sub>1</sub>、Ar<sub>2</sub>はそれぞれ独立に、炭素数6～14のアリール基または炭素数4～12の複素環化合物基から選ばれた基、XはO、SまたはSeを示す。〕で表される化合物から選ばれた少なくとも一種のピロロ〔3, 4-c〕ピロール化合物を0.005～15重量部含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】 発光材料がピロロ〔3, 4-c〕ピロール化合物の蛍光スペクトルの最大ピーク波長と同じかより短い蛍光スペクトルの最大ピーク波長を有する化合物である請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は有機エレクトロルミネッセンス素子（以下有機EL素子）に関する。詳しくは、ピロロ〔3, 4-c〕ピロール化合物がドーブされた発光材料を含有する発光層を有する有機EL素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 無機蛍光体を発光材料として用いた無機エレクトロルミネッセンス素子（以下無機EL素子）は、例えばバックライトとしての面状光源やフラットパネルディスプレイ等の表示装置に用いられているが発光させるのに高電圧の交流が必要であった。

【0003】 最近、C. W. Tangらは有機蛍光色素を発光層とし、これと電子写真の感光体等に用いられている有機正孔輸送化合物とを積層した二層構造を有する有機EL素子を作製し、低電圧駆動、高効率、高輝度の有機EL素子を実現させた（特開昭59-194393号公報）。有機EL素子は、無機EL素子に比べ、低電圧駆動、高輝度に加えて多数の色の発光が容易に得られるという特長があることから素子構造や有機蛍光色素、有機電荷輸送化合物について多くの試みが報告されている（ジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス（Jpn. Appl. Phys.）第27

2

巻、L269頁（1988年）、（ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス（J. Appl. Phys.）第65巻、3610頁（1989年））。また、特開平1-118418号公報においてピロロ〔3, 4-c〕ピロール化合物を発光材料とする有機EL素子について、ピロロ〔3, 4-c〕ピロール化合物単独で発光層を作製し、橙色の発光が観察されたことが示されているが、本発明者らの検討では後述の比較例からも判るように、単独では発光が認められなかった。

10 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 これまで報告されてきた有機EL素子は比較的高輝度ではあるが、発光効率が不十分であるという問題がある。このため、発光効率が高く、小さな電流で高輝度の得られる発光材料が求められていた。

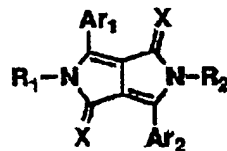
【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明者等は、種々検討の結果、発光材料にピロロ〔3, 4-c〕ピロール化合物を特定量混合すると、該発光材料ではなく、ピロロ〔3, 4-c〕ピロール化合物から発光することや発光材料単独で用いた場合より発光効率が向上し、より高輝度の有機EL素子が得られることを見だし、本発明に至った。

【0006】 すなわち本発明は、少なくとも一方が透明または半透明である一対の電極間に発光材料を含む発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、該発光層が該発光材料100重量部に対して下記化1

【0007】

【化2】



〔式中R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>はそれぞれ独立に、水素、炭素数1～12のアルキル基または炭素数6～14のアリール基から選ばれた基、Ar<sub>1</sub>、Ar<sub>2</sub>はそれぞれ独立に、炭素数6～14のアリール基または炭素数4～12の複素環化合物基から選ばれた基、XはO、SまたはSeを示す。〕で表される化合物から選ばれた少なくとも一種のピロロ〔3, 4-c〕ピロール化合物を0.005～15重量部含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することにある。以下、本発明の有機EL素子について詳細に説明する。

【0008】 本発明で発光材料と共に用いられるピロロ〔3, 4-c〕ピロール化合物は前記化2で表される化合物であり、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>は上記したようにそれぞれ独立に、水素、炭素数1～12のアルキル基または炭素数6

3

4

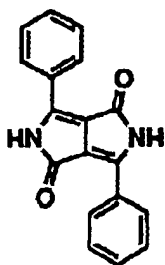
～14のアリール基から選ばれた基、 $Ar_1$ 、 $Ar_2$ はそれぞれ独立に、炭素数6～14のアリール基または炭素数4～12の複素環化合物基から選ばれた基である。ここで、炭素数1～12のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基などであり、炭素数6～14のアリール基としてはフェニル基、4-クロロフェニル基、4-シアノフェニル基、4-メチルフェニル基、4-エチルフェニル基、4-プロピルフェニル基、4-ブチルフェニル基、4-ペンチルフェニル基、4-ヘキシルフェニル基、1-ナフタレン基、2-ナフタレン基などである。炭素数4～12の複素環化合物基とし\*

\*ではチエニル基、2-ピリジル基、3-ピリジル基、4-ピリジル基が例示される。これらのうち $R_1$ 、 $R_2$ としては、水素、メチル基、エチル基が好ましく、最も好ましいのは水素である。 $Ar_1$ 、 $Ar_2$ としてはフェニル基、4-クロロフェニル基、4-シアノフェニル基、4-メチルフェニル基が好ましい。

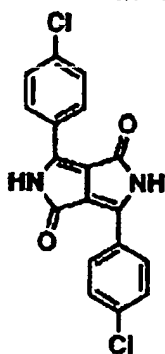
【0009】具体的な化合物として、特開昭58-210084号公報、特開昭59-24758号公報に記載の化合物が例示され、より具体的には下記構造式(1)～(11)で表される化合物が挙げられる。

【0010】

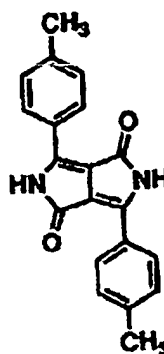
【化3】



(1)



(2)



(3)

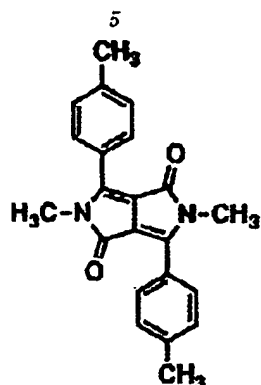
【0011】

【化4】

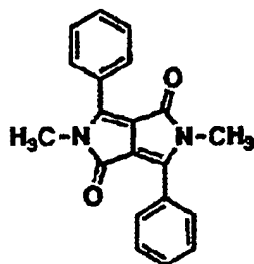
(4)

特開平5-320633

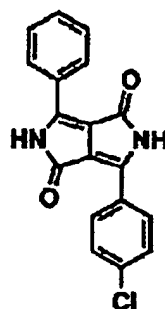
6



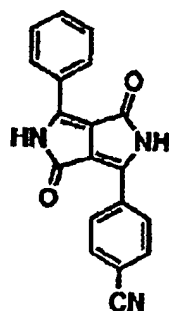
(4)



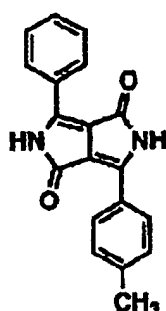
(5)



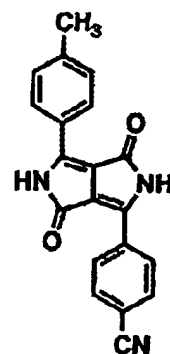
(6)



(7)

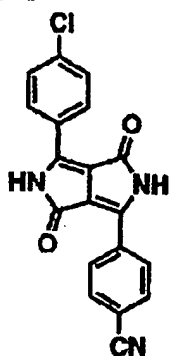


(8)

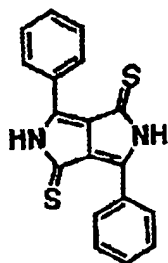


(9)

[0012]  
[化5]



(10)



(11)

[0013] ピロロ [3, 4-c] ピロール化合物と発  
光材料との混合割合は、発光材料膜構造の変性が生ず  
る、あるいは発光材料の化合物分子からピロロ [3, 4  
-c] ピロール分子へのエネルギー移動が効率よく起こ  
る濃度以上であればよく、一方、余りに高濃度ではピロ

30 ロ [3, 4-c] ピロール分子の濃度消光により、発光  
効率が低下するので好ましくない。具体的に混合割合は  
発光材料100重量部に対してピロロ [3, 4-c] ピ  
ロール化合物が0.005~15重量部の範囲が好まし  
く、濃度消光の影響を低減する観点から、より好まし  
くは0.01~10重量部であり、更に好ましくは0.0  
1~5重量部である。これらの化合物は、その純度が発  
光特性に影響を与えるため合成後、再沈精製、昇華精製  
等の純化をすることが望ましい。

40 [0014] 発光層の母材となる発光材料は、膜構造が  
ピロロ [3, 4-c] ピロール化合物で変性されるもの  
や、電極から注入された正孔と電子の再結合により生ず  
る発光材料分子の励起一重項状態から、ピロロ [3, 4  
-c] ピロール化合物へエネルギー移動を生ぜしめる発  
光材料が発光効率の向上やピロロ [3, 4-c] ピロール  
化合物の発光に有効である。このためには、発光材料  
はピロロ [3, 4-c] ピロール化合物の蛍光スペクトルと重なりが大きい蛍光スペクトルを有する化合物が好  
ましく、特に用いるピロロ [3, 4-c] ピロール化合  
物の蛍光スペクトルの最大ピーク波長と同じかより短い  
50 蛍光スペクトルの最大ピーク波長をもつものが好まし

く、より好ましくはその波長の差が150nm以内、さらに好ましくは100nm以内の化合物であるのでそれらを考慮して適宜組合せて使用すればよい。例えば、化2でXがOの場合は発光材料として使用されている蛍光性化合物の中で蛍光スペクトルの最大ピーク波長が400~560nmの範囲の化合物を選ぶことができる。具体的にはアルミニウムキノリノール錯体が好適に用いられる。また、化2でXがSの場合は蛍光スペクトルの最大ピーク波長が500~650nmの範囲の化合物を選び使用することができる。

【0015】上記化2で示されるピロロ[3, 4-c]ピロール化合物を含む発光層は母材となる発光材料との真空共蒸着法あるいは該ピロロ[3, 4-c]ピロール化合物と発光材料との混合溶液をスピンコーティング法、キャスト法、ディッピング法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法等、公知の方法で形成することができる。真空共蒸着法では、発光材料と該ピロロ[3, 4-c]ピロール化合物を別々の蒸発源から蒸発させ、同一基板上に蒸着させる二源蒸着方法や、同一の蒸発源中に発光材料とピロロ[3, 4-c]ピロール化合物を混合して仕込み、蒸発させ、基板上に蒸着する一源蒸着方法がある。ピロロ[3, 4-c]ピロール化合物と発光材料との混合割合は、二源蒸着法では発光材料とピロロ[3, 4-c]ピロール化合物の蒸着速度を個別に検出し、混合割合を制御する方法が一般的である。一方、一源蒸着法ではピロロ[3, 4-c]ピロール化合物と発光材料との混合仕込み割合で膜中の混合比を制御することが行なわれる。なお、塗布法により薄膜化した場合には、溶媒を除去するため、減圧下あるいは不活性雰囲気下、30~200℃、好ましくは60~100℃の温度で熱処理することが望ましい。膜厚の微妙な制御を行うという点では真空蒸着法を用いることが好ましい。

【0016】また、本発明においては、発光層として上記のピロロ[3, 4-c]ピロール化合物および母材となる発光材料と既知の高分子化合物を混合した層を用いることも含まれる。この場合のピロロ[3, 4-c]ピロール化合物の量は、用いる発光材料に対して前述と同じ範囲である。使用する高分子化合物は特に限定されないが、電荷輸送性、発光性を極度に阻害しないものが好ましく、例えば、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリアニリン及びその誘導体、ポリチオフェン及びその誘導体、ポリ(p-フェニレンビニレン)及びその誘導体、ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)及びその誘導体、ポリカーボネート、ポリシロキサン、ならびにポリメチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン及びポリ塩化ビニル等のビニル系重合体などが例示される。なお、ここでポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリアニリン及びその誘導体、ポリチオフェン及びその誘導体、ポリ(p-フェニレンビニレン)及びそ

の誘導体、ポリ(2, 5-チエニレンビニレン)及びその誘導体は下記に言及する正孔輸送性化合物としての作用も有する。

【0017】上記ピロロ[3, 4-c]ピロール化合物および母材となる発光材料と高分子化合物との混合層の形成は該高分子化合物と該ピロロ[3, 4-c]ピロール化合物および該発光材料とを溶液状態または熔融状態で混合し、該ピロロ[3, 4-c]ピロール化合物および母材となる発光材料を分散させた後、上記の塗布法を採用することができる。

【0018】ポリ(p-フェニレンビニレン)及びその誘導体ならびにポリ(2, 5-チエニレンビニレン)及びその誘導体等の前駆体高分子を使用した場合は溶液状態で該ピロロ[3, 4-c]ピロール化合物と混合後、不活性雰囲気下、30~300℃、好ましくは60~200℃の温度で熱処理を行い、目的とする高分子に変換させる。

【0019】本発明においては発光層といずれかの電極の間に電荷輸送層(なお、本発明において電荷輸送層は特に断らない限り正孔輸送層および電子輸送層の総称を意味する。)を設けてもよい。その際使用される電荷輸送材料(正孔輸送材料と電子輸送材料を総称)としては特に限定されず公知のものが使用でき、例えば、トリフェニルジアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピラゾリン誘導体、アリールアミン誘導体、スチルベン誘導体、アントラキノジメタン誘導体などを用いることができる。具体的には、例えば特開平2-209988号公報、同3-37992号公報に記載されているもの等が使用可能である。これらのうち、電子輸送性の化合物と正孔輸送性の化合物のいずれか一方、または両方を同時に使用すればよい。電荷輸送層の厚みは使用する化合物の種類等によっても異なるので、十分な成膜性と発光特性を阻害しない範囲で適宜決めればよい。

【0020】これら電荷輸送材料は公知の方法、例えば真空蒸着法、あるいは該電荷輸送材料の溶液のスピンコーティング法、キャスト法、ディッピング法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法等、化合物に応じて適宜採用することにより電荷輸送層を形成することができる。電荷輸送材料が高分子化合物でない場合、膜厚の微妙な制御を行うという点では、真空蒸着法を用いることが好ましい。

【0021】本発明においては、さらに発光層として、前記ピロロ[3, 4-c]ピロール化合物、母材となる発光材料および前記電荷輸送材料との混合物を使用することもできるし、またこれらの混合物を既知の高分子化合物を媒体とし、これに分散した層として用いることも可能である。この場合の母材となる発光材料に対するピロロ[3, 4-c]ピロール化合物の量は前記と同じ範囲である。該発光材料と電荷輸送材料の混合比は特に限定されないが、好ましくは0.1:100~1:1(重

量)の範囲であり、また高分子化合物とこれら材料の和の比も特に限定されないが、好ましくは100:0.01~1:3(重量)の範囲である。この場合、使用する高分子化合物は前述のもので可視光に対する吸収が強いものが好適に用いられる。具体的にはポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリチオフェン及びその誘導体、ポリ(p-フェニレンビニレン)及びその誘導体、ポリ(2,5-チエニレンビニレン)及びその誘導体、ポリメチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル等のビニル系重合体、ポリカーボネート、ポリシロキサンなどが例示される。混合層の形成は上記と同様な手法が採用できる。また、これらの層を一層のみで使用する事ができるが、必要に応じて別の電荷輸送材料の層等を設けてもよい。

【0022】本発明の有機EL素子の代表的な構造について以下に述べる。素子の構造自体は公知の構造をとることができる。例えば、これまで述べた陽極/正孔輸送層/発光層/陰極(／は層を積層したことを示す)、あるいは陽極/正孔または電子輸送・発光(電荷輸送材料と発光材料と混合物)層/陰極の構造以外に、陽極と正孔輸送層との間に導電性高分子層を有する組み合わせの構造をとることもできるし、発光層と陰極との間に電子輸送層を有する組み合わせの構造をとることもできる。更に、陽極/導電性高分子/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極の構造をとることもできる。

【0023】以下、有機EL素子の作製について陽極/正孔輸送層/発光層/陰極の構造のものを例にとって作製法を以下に述べる。一对の電極のうち透明、または半透明な電極としてはガラス、透明プラスチック等の透明基板の上に透明または半透明電極を形成する。これを陽極とする。電極の材料としては導電性の金属酸化化物膜、半透明の金属薄膜等が用いられる。具体的にはインジウム・スズ・オキサイド(ITO)、酸化スズ(NESA)、Au、Pt、Ag、Cu等が用いられる。作製方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、メッキ法などが用いられる。

【0024】次いで正孔輸送層を設けるが、膜厚としては0.5nm~10μm、好ましくは1nm~1μmである。電流密度を上げて発光輝度を上げるためには2~500nmの範囲が好ましい。

【0025】次に正孔輸送層の上に発光層を設けるが、発光層の膜厚は、少なくともピンホールが発生しないような厚みが必要であるが、あまり厚いと素子の抵抗が増加し、高い駆動電圧が必要となり好ましくない。したがって、発光層の膜厚は0.5nm~10μm、好ましくは1nm~1μm、さらに好ましくは5~200nmである。なお、正孔輸送材料と発光材料との混合層の場合もこの範囲が好ましい。発光層は、少なくとも1種類のピロロ[3,4-c]ピロール化合物と1種類以上の母材となる発光材料とから成るが、これらを混合する方法

は、前記の通り、別々の蒸着源からの共蒸着、混合物を蒸着する方法、混合溶液を塗布して乾燥する方法などから、適宜選択できる。

【0026】次いで、発光層の上に電極を設ける。この電極は電子注入陰極となる。その材料としては、特に限定されないが、イオン化エネルギーの小さい材料が好ましい。例えば、Al、In、Mg、Mg-Ag合金、Mg-In合金、グラファイト薄膜等が用いられる。該陰極の作製方法としては公知の真空蒸着法、スパッタリング法等が用いられる。

【0027】上記のようにして本発明の有機EL素子を作製することができるが、別の構造のものについても同様な方法で作製が可能である。

【0028】

【作用】本発明において、化2のピロロ[3,4-c]ピロール化合物は濃度消光が強いが、凝集していない状態では非常に強い蛍光を発するので、発光層に発光材料に対してピロロ[3,4-c]ピロール化合物を0.005~15重量%含有する混合物を用いた有機EL素子は発光効率が向上すると考えられる。

【0029】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0030】実施例1

スパッタリングにより40nmの厚みでITO膜を付けたガラス基板に電荷(正孔)輸送層として4,4'-ビス(3-メチル-ジフェニルアミノ)ビフェニルを蒸着により40nmの厚みで成膜した。次いで、トリス(8-キノリノール)アルミニウム(以下Alq<sub>3</sub>)と特開昭58-210084号公報記載の方法により合成した前記構造式(2)で表される化合物(以下化合物A)を、Alq<sub>3</sub>100重量部に対して化合物Aが1.0重量部となるように混合して一源蒸着法にて蒸着することにより40nmの発光層を作製した。更にその上に陰極としてマグネシウム-銀合金(マグネシウム:銀=10:1(重量))を200nm蒸着して有機EL素子を作製した。蒸着のときの真空度はすべて $3 \times 10^{-6}$  Torr以下であった。この素子に100mA/cm<sup>2</sup>の電流を流したところ、輝度2093cd/m<sup>2</sup>の緑色の均一なEL発光が観察された。輝度は電流密度に比例していた。発光駆動時の発光スペクトルを分光蛍光光度計(日立製作所製850型)を用いて測定したところ、最大ピーク波長は534nmで570nmにショルダーがみられた。これは約 $1 \times 10^{-4}$ mol/lのジメチルホルムアミド溶液で測定した化合物Aの蛍光スペクトルの最大ピーク波長524nm、ショルダー564nmにほぼ一致しており、化合物Aからの発光であることを確認した。また、得られた発光スペクトルではAlq<sub>3</sub>からと思われるピーク(500nmにショルダー)は非常に弱いものであった。なお、Alq<sub>3</sub>の蛍光スペクトルの

最大ピーク波長は520nmであった。

【0031】実施例2

Alq<sub>3</sub>：100重量部に対して化合物Aが0.36重量部となるように混合した以外は、実施例1と同じ方法で、有機EL素子を作製した。この素子に100mA/cm<sup>2</sup>の電流を流したところ、輝度2002cd/m<sup>2</sup>の緑色の均一なEL発光が観察された。輝度は電流密度に比例していた。蛍光スペクトルは実施例1の場合とほぼ同様であった。

【0032】実施例3

Alq<sub>3</sub>：100重量部に対して化合物Aが0.012重量部となるように混合した以外は実施例1と同じ方法で有機EL素子を作製した。この素子に100mA/cm<sup>2</sup>の電流を流したところ、輝度3066cd/m<sup>2</sup>の緑色の均一なEL発光が観察された。輝度は電流密度に比例していた。

【0033】比較例1

Alq<sub>3</sub>：100重量部に対して化合物Aが23.6重量部となるように混合した以外は、実施例1と同じ方法で、有機EL素子を作製した。この素子に100mA/cm<sup>2</sup>の電流を流したところ、輝度59.2cd/m<sup>2</sup>の緑色の均一なEL発光が観察された。輝度は電流密度に比

例していた。

【0034】比較例2

発光層として化合物Aを単独で蒸着した以外は、実施例1と同じ方法で、有機EL素子を作製した。この素子に電圧30.0Vを印加したところ、電流密度18.4mA/cm<sup>2</sup>の電流が流れたが、EL発光は観察されなかった。更に高い電圧をかけたところ、発熱により素子が破壊された。

【0035】比較例3

10 発光層としてAlq<sub>3</sub>を単独で蒸着した以外は、実施例1と同じ方法で、有機EL素子を作製した。この素子に100mA/cm<sup>2</sup>の電流を流したところ、輝度1618cd/m<sup>2</sup>の緑色の均一なEL発光が観察された。輝度は電流密度に比例していた。

【0036】

【発明の効果】本発明においては発光層として発光材料にピロロ〔3,4-c〕ピロール化合物を添加することにより、より発光効率が向上した高輝度の有機ELを提供することができ、この有機ELはバックライトとしての面状光源、フラットパネルディスプレイ等の表示装置に好適に用いることができる。

**HIS PAGE BLANK (USPTO)**